

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-042160  
 (43)Date of publication of application : 13.02.1990

(51)Int.Cl. F02D 45/00  
 F02D 41/34

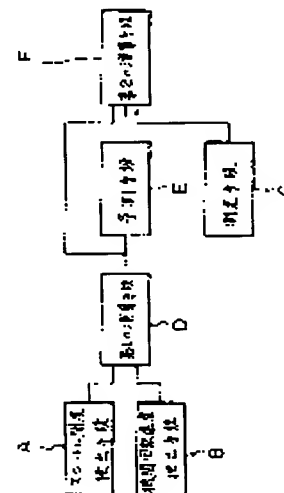
(21)Application number : 63-191153 (71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP  
 (22)Date of filing : 30.07.1988 (72)Inventor : OBA HIDEHIRO

## (54) INTAKE AIR QUANTITY ESTIMATING DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To correctly estimate the intake air quantity or the value corresponding to it by considering the bypass air quantity sucked bypassing a throttle valve and calculating the intake air quantity at the time of the estimation or the value corresponding to it.

CONSTITUTION: The present value of the intake air quantity sucked into an engine combustion chamber or the physical quantity corresponding to the intake air quantity is calculated by the first means D based on the throttle opening detected by a means A and the engine rotating speed detected by a means B. On the other hand, the value at the time of estimation after the preset period from the present time for the present value of the physical quantity is estimated by a means E. The intake air quantity at the time of estimation or the value corresponding to the intake air quantity is calculated by the second means F based on the difference between the present value of the physical quantity and the estimated value and the measured value of the physical quantity measured by a means C or the difference between the present value of the physical quantity and the measured value and the estimated value. The intake air quantity or the physical quantity corresponding to it is correctly estimated.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-42160

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

F 02 D 45/00  
41/34

識別記号

3 6 6 E  
Q  
X

庁内整理番号

8109-3G  
7825-3G  
7825-3G

⑭ 公開 平成2年(1990)2月13日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全13頁)

⑮ 発明の名称 内燃機関の吸入空気量予測装置

⑯ 特 願 昭63-191153

⑰ 出 願 昭63(1988)7月30日

⑱ 発 明 者 大 庭 秀 洋 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

⑲ 出 願 人 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地

⑳ 代 理 人 弁理士 中 島 淳 外 1 名

# 明 細 書

## 1. 発明の名称

内燃機関の吸入空気量予測装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) スロットル開度を検出するスロットル開度検出手段と、

機関回転速度を検出する機関回転速度検出手段と、

機関燃焼室に吸入される吸入空気量または吸入空気量に対応した物理量を測定する測定手段と、

スロットル開度と機関回転速度とに基づいて機関燃焼室に吸入される吸入空気量または吸入空気量に対応した物理量の現在の値を演算する第1の演算手段と、

前記現在の値の現時点より所定期間先の予測時点における値を予測する予測手段と、

前記現在の値と前記予測手段での予測値との差と前記測定手段での測定値、または前記現在の値と前記測定手段での測定値との差と前記予測手段での予測値に基づいて前記予測時点における吸入

空気量または吸入空気量に対応した値を演算する第2の演算手段と、

を含む内燃機関の吸入空気量予測装置。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は内燃機関の吸入空気量予測装置に係り、特に燃料噴射量や点火時期を制御するために使用される吸気弁開弁付近における吸入空気量または吸入空気量に対応した物理量を予測する内燃機関の吸入空気量予測装置に関する。

〔従来の技術〕

従来より、スロットル開度と機関回転速度とを検出し、これらの検出値に基づいて基本燃料噴射時間や基本点火進角を演算し、この基本燃料噴射時間や基本点火進角を吸気温や機関冷却水温等で補正して燃料噴射量や点火時期を制御する内燃機関の制御装置が知られている。燃料噴射量や点火時期等の制御量を機関が要求する値に制御するためには、機関燃焼室に吸入される吸入空気量が確定する時点、すなわち吸気弁開弁時を含む吸気弁

## 特開平2-42160(2)

開弁付近での検出値を用いて上記制御量を制御すればよい。しかしながら、制御量を演算するために所定時間必要であると共に、燃料噴射量制御の場合には燃料噴射弁から噴射された燃料が燃焼室に到達するまでに所定の飛行時間が必要であり、燃焼室に供給される吸入空気量が確定したときに制御量を演算して制御すると時間遅れによって制御量を機関要求値に制御できなくなる。

このため、従来では、特開昭62-157260号公報に示されるように、スロットル開度の単位時間当りの変化量 $(\theta_n - \theta_{n-1}) / \Delta t$ を求め、この変化量に予測先までの時間 $\Delta t$ を乗算して予測時点でのスロットル開度を算出し、その結果に基づき予測先での機関制御量を求めている。しかしながら、通常スロットル弁は機関燃焼室から離れた上流側の位置に配置されており、スロットル弁を通過した空気が機関燃焼室へ到達するまでに時間遅れが生じ、また、スロットル弁と吸気弁との間の容積のためスロットル開度は実吸入空気量の変化に対して位相が進むことになる。この

ため、スロットル開度と機関回転速度とで定められた制御量は機関要求値より位相が進んだ値となる。このため、スロットル開度と機関回転速度とに基づいて燃料噴射量を制御すると、スロットル開度センサが正常であっても加速時には燃料噴射量が要求値より多くなって空燃比がオーバーリッチになり、減速時には燃料噴射量が要求値より少なくなって空燃比がオーバーリーンになる。

一方、吸気管絶対圧力(吸気管圧力)が1サイクル当りに機関に吸入される吸入空気量に略比例するという原理に基づいて、吸入空気量に対応した吸気管圧力と機関回転速度とに基づいて燃料噴射量を制御する場合は、ダイヤフラム式の圧力センサをスロットル弁下流側の吸気管に取付け、機関脈動成分を除去するために時定数が3~5msecのフィルタを介して圧力センサ出力を処理することにより吸気管圧力を検出している。しかしながら、圧力センサのダイヤフラムによる応答遅れおよびフィルタの時定数による応答遅れが存在するため、加減速時等の過渡運転時には、実際の吸気

管圧力の変化に対して検出された吸気管圧力の変化に時間遅れが生ずる。このため、加速時にはスロットル弁が急開されて実際の吸気管圧力が急激に上昇するのにに対して検出された吸気管圧力に時間遅れが生じ、実際の吸気管圧力より小さい値の吸気管圧力によって基本燃料噴射時間が演算されることになるため、空燃比がオーバーリーンになり加速応答性が悪化すると共に排気エミッションが悪化する。逆に、減速時にはスロットル弁が急閉されることから吸気管圧力が急激に低下するため実際の吸気管圧力より大きな値の吸気管圧力によって基本燃料噴射時間が演算されることになり、空燃比がオーバーリッチになってドライバビリティが悪化すると共に排気エミッションが悪化する。

また、吸入空気量と機関回転速度とに基づいて燃料噴射量を制御する場合は、スロットル弁の上流側にペーン式エアフロメータやカルマン渦式エアフロメータ等の流量センサを取付けて直接吸入空気量を検出しているが、流量センサはスロットル弁の上流側に取付けられているため、流量セン

サ出力の変化は実吸入空気量の変化に対して応答遅れが生じることになる。

このため本出願人は、位相遅れのないスロットル開度と機関回転速度とに基づいて定常状態での吸気管圧力を演算すると共に定常状態での吸気管圧力に対して過渡時の応答遅れの補正を行って位相進みおよび位相遅れのない吸気管圧力を演算し、演算された吸気管圧力に基づいて機関に吸入される空気量が確定する時点での吸気管圧力を予測し、この予測値と機関回転速度とに基づいて燃料噴射量を制御する方法を既に提案している(特開昭62-51056号)。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら、スロットル弁を迂回するように設けられたバイパス通路に流れる空気量を制御してアイドル回転速度を制御する場合やアイドルアップを行う場合のようにスロットル弁をバイパスする空気量に変化する場合には、スロットル開度と吸気管圧力とが対応しなくなり、予測時点での実際の吸気管圧力と予測値との間にずれが生じ、

制御量を機関要求値に制御できなくなる、という問題がある。

本発明は上記問題点を解決すべく成されたもので、予測時点での吸入空気量または吸入空気量に対応した物理量を正確に予測することができる内燃機関の吸入空気量予測装置を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するために本発明は、第1図(1)に示すように、スロットル開度を検出するスロットル開度検出手段Aと、機関回転速度を検出する機関回転速度検出手段Bと、機関燃焼室に吸入される吸入空気量または吸入空気量に対応した物理量を測定する測定手段Cと、スロットル開度と機関回転速度とに基づいて機関燃焼室に吸入される吸入空気量または吸入空気量に対応した物理量の現在の値を演算する第1の演算手段Dと、前記現在の値の現時点より所定期間先の予測時点における値を予測する予測手段Eと、前記現在の値と前記予測手段での予測値との差と前記測定手段での

ここで、スロットル弁を迂回して機関燃焼室に吸入される空気が存在する場合には、予測手段Eによる予測値は予測時点での実際の値からずれることになる。現時点から予測時点までの時間が長くないときには、吸入空気量または吸入空気量に対応した物理量は現時点と予測時点とで同一の速度で変化すると考えられるから、予測値と実際の値との差は上記現在の値と現時点での測定値の差と等しいと考えられる。そこで、第2の演算手段Fでは、現在の値と予測値との差と測定値、または現在の値と測定値との差と予測値とに基づいて予測時点における実際の値を演算するようにしている。吸入空気量に対応した物理量として吸気管圧力を採用し、現在の測定値を $PM_0$ 、第1の演算手段Dで演算された現在の値を $PM_{SM1}$ 、予測手段Eでの予測値を $PM_{SM2}$ 、予測時点での実際の値を $PM_{FWD}$ とした例について第1図(2)を参照して説明すると、実際の値 $PM_{FWD}$ は、 $PM_0 + \Delta P$ または $PM_{SM2} - (PM_{SM1} - PM_0)$ で表わされる。

### 特開平2-42160(3)

測定値、または前記現在の値と前記測定手段での測定値との差と前記予測手段での予測値に基づいて前記予測時点における吸入空気量または吸入空気量に対応した値を演算する第2の演算手段Eと、を含んで構成したものである。

〔作用〕

本発明によれば、スロットル開度検出手段Aと機関回転速度検出手段Bとによってスロットル開度と機関回転速度とが検出される。また、測定手段Cは、機関燃焼室に吸入される吸入空気量または吸入空気量に対応した物理量を測定する。この吸入空気量は流量センサによって検出することができ、吸入空気量に対応した物理量としては圧力センサによって検出した吸気管圧力を採用することができる。第1の演算手段Dは検出されたスロットル開度と検出された機関回転速度とに基づいて機関燃焼室に吸入される吸入空気量または吸入空気量に対応した物理量の現在の値を演算し、予測手段Eはこの現在の値の現時点より所定期間先の予測時点における値を予測する。

〔発明の効果〕

以上説明したように本発明によれば、スロットル弁を迂回して吸入されるバイパス空気量を考慮して予測時点での吸入空気量または吸入空気量に対応した値を演算するようにしているため、バイパス空気量が存在する場合においても予測時点での吸入空気量または吸入空気量に対応した値を正確に予測することができる、という効果が得られる。

〔実施例〕

以下図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。本実施例は、スロットル開度と機関回転速度とに基づいて燃料噴射量を制御する燃料噴射量制御装置に本発明を適用したものである。

まず、スロットル開度と機関回転速度とによる吸気管圧力（吸入空気量に対応する物理量）の演算原理について説明する。第2図に示すように、スロットル弁ThからサージタンクSを介して機関Eの吸気弁までの吸気系を考え、吸気系内の空気の圧力（吸気管絶対圧力）を $P$  [mmHgabs.]、

(4)

吸気系の容積を  $V$  [ℓ]、吸気系内に存在する空気の重量を  $Q$  [g]、吸気系内の空気の絶対温度を  $T$  [°K]、大気圧を  $P_c$  [mmHgabs.] とすると共に、吸気系から機関  $E_n$  の燃焼室に吸入される単位時間当りの空気重量を  $\Delta Q_1$  [g/sec]、スロットル弁  $T_h$  を通過して吸気系内に吸入される単位時間当りの空気重量を  $\Delta Q_2$  [g/sec] とし、微小時間  $\Delta t$  内に吸気系の空気の重量が  $(\Delta Q_2 - \Delta Q_1) \cdot \Delta t$  変化し、このとき吸気系内の空気の圧力が  $\Delta P$  変化したものとして、吸気系内の空気にボイル・シャルルの法則を適用すると以下の(1)式に示すようになる。

$$(P + \Delta P) V = \{Q + (\Delta Q_2 - \Delta Q_1) \Delta t\} RT \quad \dots(1)$$

ただし、 $R$  は気体定数である。

一方、 $P V = Q \cdot R \cdot T$  であるから上記(1)式を変形すると、以下の(2)式が得られる。

$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = (\Delta Q_2 - \Delta Q_1) \frac{RT}{V} \quad \dots(2)$$

ここで、流量係数を  $\phi$ 、スロットル弁の開口面

となる。

今、圧力  $P_0$  ( $\neq P_c$ ) 近傍での応答を考えて圧力が  $P_0$  から  $P_0 + P$  に変化したものとして、上記(6)式の  $P$  に代えて  $P_0 + P$  (ただし、 $P$  は微小値) を代入すると、以下の(7)式が得られる。

$$\begin{aligned} \frac{dP}{dt} &= \frac{RT}{V} \phi A \sqrt{P_c - P_0 - P} \\ &\quad - \frac{1}{2} \frac{V_s}{V} \cdot \frac{NE}{60} \cdot \eta \cdot (P_0 + P) \end{aligned} \quad \dots(7)$$

ここで、

$$\begin{aligned} \sqrt{P_c - P_0 - P} &= \sqrt{P_c - P_0} \left( 1 - \frac{P}{P_c - P_0} \right)^{\frac{1}{2}} \\ &\approx \sqrt{P_c - P_0} \left( 1 - \frac{1}{2} \frac{P}{P_c - P_0} \right) \\ &= \sqrt{P_c - P_0} - \frac{1}{2} \frac{P}{\sqrt{P_c - P_0}} \end{aligned} \quad \dots(8)$$

であるから、上記(7)式は以下の(9)式のようになる。

特開平2-42160(4)

積(スロットル開度)を  $A$  とするとスロットル弁を通過する単位時間当りの空気重量  $\Delta Q_2$  は以下の(3)式で表わされ、行程容積を  $V_s$ 、機関回転速度を  $NE$  [rpm]、吸入効率を  $\eta$  とすると機関の燃焼室に吸入される単位時間当りの空気重量  $\Delta Q_1$  は以下の(4)式で表わされる。

$$\Delta Q_2 = \phi \cdot A \sqrt{P_c - P} \quad \dots(3)$$

$$\Delta Q_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{V_s}{V} \cdot \frac{NE}{60} \cdot \eta \cdot P \cdot \frac{1}{RT} \quad \dots(4)$$

上記(3)、(4)式を(2)式に代入すると次の(5)式が得られる。

$$\begin{aligned} \frac{dP}{dt} &= \frac{RT}{V} \phi A \sqrt{P_c - P} \\ &\quad - \frac{1}{2} \frac{V_s}{V} \cdot \frac{NE}{60} \cdot \eta \cdot P \end{aligned} \quad \dots(5)$$

ここで、 $\Delta t \rightarrow 0$  の極限をとると、

$$\begin{aligned} \frac{dP}{dt} &= \frac{RT}{V} \phi A \sqrt{P_c - P} \\ &\quad - \frac{1}{2} \frac{V_s}{V} \cdot \frac{NE}{60} \cdot \eta \cdot P \end{aligned} \quad \dots(6)$$

$$\begin{aligned} \frac{dP}{dt} &= \frac{RT}{V} \phi A \sqrt{P_c - P_0} \\ &\quad - \frac{1}{2} \frac{RT}{V} \phi A \frac{P}{\sqrt{P_c - P_0}} \\ &\quad - \frac{1}{2} \frac{V_s}{V} \cdot \frac{NE}{60} \cdot \eta (P_0 + P) \\ &= - \frac{1}{2} \left[ \frac{V_s}{V} \cdot \frac{NE}{60} \cdot \eta \right. \\ &\quad \left. + \frac{RT \phi A}{V \sqrt{P_c - P_0}} \right] P \\ &\quad + \frac{RT}{V} \phi A \sqrt{P_c - P_0} \\ &\quad - \frac{1}{2} \frac{V_s}{V} \cdot \frac{NE}{60} \cdot \eta P_0 \end{aligned} \quad \dots(9)$$

ここで、

$$\begin{aligned} a &= \frac{1}{2} \left[ \frac{V_s}{V} \cdot \frac{NE}{60} \cdot \eta \right. \\ &\quad \left. + \frac{RT \phi A}{V \sqrt{P_c - P_0}} \right] \quad \dots(10) \end{aligned}$$

$$b = \frac{RT}{V} \psi A \sqrt{P_c - P_0} - \frac{1}{2} \frac{V_s}{V} \cdot \frac{NE}{60} \cdot \eta P_0 \quad \dots 00$$

とすると、上記(9)式は次のようになる。

$$\frac{dP}{dt} = -aP + b \quad \dots 02$$

上記02式を次の03式のように変形して両辺を積分し、積分定数をCとすると以下の04式が得られる。

$$\frac{dP}{-aP + b} = dt \quad \dots 03$$

$$-\frac{1}{a} \ln(-aP + b) = t + C \quad \dots 04$$

ここで  $t = 0$  のとき  $P$  の初期値は  $P_0$  であるから上記04式より積分定数  $C$  は次のようになる。

$$C = -\frac{1}{a} \ln(-aP_0 + b) \quad \dots 05$$

上記04式と05式から  $P$  を求めると次のようになる。

での吸気管圧力  $PMTA$  を以下の07式の伝達関数  $G(s)$  で表わされる1次遅れ要素で処理することにより現在の吸気管圧力を演算するようにしてもよい。

$$G(s) = \frac{1}{Ts + 1} \quad \dots 07$$

ただし、 $s$  はラプラス変換の演算子、 $T$  は時定数である。

すなわち、スロットル開度と機関回転速度とに基づいて定常状態での吸気管圧力を演算し、演算された定常状態での吸気管圧力を1次遅れ要素で処理することにより前記経過時間を変数とする吸気管圧力（現在の吸気管圧力）を演算するようにしてもよい。

また、スロットル開度と機関回転速度とに基づいて所定期間で定常状態での吸気管圧力を演算し、過渡時の吸気管圧力の変化に関する時定数と前記所定期間で重みに関する係数を演算し、過去に演算された加重平均値の重みを重くして過去に演算された加重平均値と前記定常状態での吸気管圧

$$P = \frac{b}{a} - \left( \frac{b}{a} - P_0 \right) \cdot e^{-\frac{t}{T}} \quad \dots 08$$

ただし、 $e$  は自然対数の底である。

従って、スロットル弁の開口面積  $A$  すなわちスロットル開度  $TA$ 、機関回転速度  $NE$  およびスロットル開度変化時点からの経過時間  $t$  を測定して上記08式に代入すれば、現在の吸気管圧力  $P$  を求めることができる。そして、このようにして求めた現在の吸気管圧力  $P$  に基づいて所定期間先の吸気弁閉弁時付近の吸気管圧力の予測値（予測吸気管圧力）を演算することができ、この予測吸気管圧力と機関回転数とに基づいて燃料噴射量を制御することができる。

ところで、上記08式の現在の吸気管圧力  $P$  をグラフで表わすと第3図に示すようになり、 $t = 0$  で  $P = P_0$ 、 $t \rightarrow \infty$  の極限（定常状態）では  $P = b/a$ （定常状態での吸気管圧力  $PMTA$ ）となる1次遅れ要素の出力である。従って、スロットル開度  $TA$  と機関回転速度  $NE$  とに基づいて定常状態での吸気管圧力  $PMTA$  を演算し、定常状態

力と前記重みに関する係数とで現在の加重平均値を演算し、この現在の加重平均値を現在の吸気管圧力として用いることができる。

次に、上記の原理を説明する。1次遅れ要素をブロック図で表わすと第4図に示すようになり、入力を  $x(t)$  とし、出力を  $y(t)$  とし、時定数を  $T$  とすると、第4図の入出力の関係は以下の式で表わされる。

$$\frac{1}{T} \int_0^t e^{-\frac{t-\tau}{T}} x(\tau) d\tau = y(t) \quad \dots 09$$

$$\frac{1}{T} \int_0^t (x(t) - y(t)) d\tau = y(t) \quad \dots 10$$

$$\frac{1}{T} \int_0^{t_1} (x(t) - y(t)) d\tau + \frac{1}{T} \int_{t_1}^t (x(t) - y(t)) d\tau = y(t) \quad \dots 11$$

$$y(t_1) + \frac{1}{T} \int_{t_1}^t (x(t) - y(t)) d\tau = y(t) \quad \dots (20')$$

(6)

ここで、 $t_2$  を現在の演算タイミング、 $t_1$  を過去の演算タイミングとすると次の(21)式が得られる(ただし、 $\Delta t = t_2 - t_1 < \epsilon$ )。

$$\frac{1}{T} (t_2 - t_1) \cdot \{x(t_2) - y(t_1)\} + y(t_1) \approx y(t_2) \quad \dots (21)$$

なぜならば、(20') 式で  $t = t_2$  とすると、

$$y(t_2) = y(t_1) + \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \{x(t) - y(t)\} dt \quad \dots (21')$$

であり、

$t_2 - t_1 = \Delta t < \epsilon$  より、

$$x(t_1) \approx y(t_2), \quad y(t_1) \approx y(t_2)$$

$$\int_{t_1}^{t_2} x(t) dt = \Delta t \cdot x(t_2)$$

$$\int_{t_1}^{t_2} y(t) dt = \Delta t \cdot y(t_1)$$

従って、上記(21') は、

めることにより、現在の吸気管圧力  $PMSM_1$  を演算することができることを示している。また、重みに関する係数  $n$  は時定数  $T$  と演算周期  $\Delta t$  との比で求められる。なお、この加重平均値はデジタルフィルタリング処理で求めることができる。

従って、スロットル開度と機関回転速度とに基づいて所定周期  $\Delta t$  で定常状態での吸気管圧力  $PMTA$  を演算し、過渡時の吸気管圧力の変化に関する時定数  $T$  と所定周期  $\Delta t$  とで重みに関する係数  $n$  を演算し、過去に演算された加重平均値  $PMSM_{i-1}$  の重みを重くして過去に演算された加重平均値  $PMSM_{i-1}$  と定常状態での吸気管圧力  $PMTA$  と重みに関する係数  $n$  とで上記(23)式に従って加重平均値  $PMSM_i$  を演算すれば、現在の吸気管圧力が求められることになる。

なお、上記(10)、(11)式から理解されるように、時定数  $T = 1/a$  は機関回転速度  $NE$  が大きくなる程小さくなり、スロットル開度  $TA$  が大きくなる程小さくなる。このように、時定数はスロットル開度  $TA$  と機関回転速度  $NE$  を変数とする関数で

特開平2-42160 (6)

$$y(t_2) \approx y(t_1) + \frac{1}{T} (\Delta t \cdot x(t_2) - \Delta t \cdot y(t_1)) \\ = y(t_1) + \frac{\Delta t}{T} \{x(t_2) - y(t_1)\}$$

となる。

上記(21)において、 $x(t_2)$  を定常状態での吸気管圧力  $PMTA$ 、 $y(t_2)$  を現在の吸気管圧力  $PMSM_i$ 、 $y(t_1)$  を過去の吸気管圧力  $PMSM_{i-1}$ 、 $t_2 - t_1 (= \Delta t)$  を演算周期とすれば、

$$\frac{\Delta t}{T} (PMTA - PMSM_{i-1}) + PMSM_{i-1} = PMSM_i \quad \dots (22)$$

となり、 $T/\Delta t = n$  とすると、以下の(23)式が得られる。

$$PMSM_i = \frac{(n-1) \cdot PMSM_{i-1} + PMTA}{n} \quad \dots (23)$$

すなわち、上記(23)式は、過去の吸気管圧力  $PMSM_{i-1}$  の重みを  $n-1$  とし、定常状態での吸気管圧力  $PMTA$  の重みを 1 とした加重平均を求

表わされる。従って演算周期  $\Delta t$  を一定とすれば、重みに関する係数  $n$  はスロットル開度  $TA$  と機関回転速度  $NE$  とを変数とする関数で定めることができる。なお、スロットル開度  $TA$  と機関回転速度  $NE$  とで定常状態での吸気管圧力  $PMTA$  が一義的に定まるから、スロットル開度  $TA$  と機関回転速度  $NE$  とに代えて定常状態での吸気管圧力  $PMTA$  と機関回転速度  $NE$  とに応じて重みに関する係数  $n$  を定めるようにしてもよい。

一方、上記(23)式においてスロットル開度  $TA$  と機関回転速度  $NE$  とが変化しないものと仮定すると、加重平均値演算時から吸入空気量が確定するまでの間、すなわち加重平均値演算時から所定時間先までの間定常状態での吸気管圧力  $PMTA$  は一定である。従って、上記(23)式の加重平均値を繰り返し演算することによって吸入空気量確定時の実際の吸気管圧力を予測することができる。

なお、上記では燃料噴射時間演算時から機関に吸入される空気量が確定するまでの間スロットル開度と機関回転速度とが変化しないものと仮定し



## 特開平2-42160(7)

たが、スロットル開度や機関回転速度が変化する場合には、燃料噴射時間演算時でのスロットル開度の微分値および／または機関回転速度の微分値を用いて次の燃料噴射時間演算時点でのスロットル開度および／または機関回転速度を予測して、吸入空気量が確定するときの定常状態での吸気管圧力を予測し、上記のように加重平均値の演算して実際の吸気管圧力を予測すれば、スロットル開度や機関回転速度変動時の実際の吸気管圧力の予測値の精度が更に向上する。

また、吸気管圧力は1サイクル当りに吸入する吸入空気量に略比例するから、スロットル開度と機関回転速度とに基づいて吸入空気量を演算することができる。

次に、本発明が適用可能な燃料噴射量制御装置を備えた内燃機関について説明する。第5図に示すように、エアクリーナ（図示せず）の下流側には吸気温センサ14およびスロットル弁8が配置されている。このスロットル弁8には、スロットル弁8の開度を検出するスロットル開度センサ

10が取付けられている。スロットル開度センサ10は、第6図の等価回路に示すように、スロットル弁8の回転軸に固定された接触子10Bと一端に電源が接続されかつ他端が接地された可変抵抗10Aとで構成されており、スロットル弁8の開度に変化するに伴って、接触子10Bと可変抵抗10Aとの接触状態が変化し、スロットル弁8の開度に応じた電圧が接触子10Bから得られるように構成されている。また、スロットル開度センサ10内には、スロットル弁全閉時（アイドル時）にオンするアイドルスイッチ11が設けられている。スロットル弁8の上流側の吸気管壁には、吸入空気温度を検出するサーミスタで構成された温度センサ14が取付けられている。スロットル弁8の下流側にはサージタンク12が配置されている。このサージタンク12には、ダイヤフラム式の圧力センサ6が取付けられている。また、スロットル弁を迂回しかつスロットル弁上流側とスロットル弁下流側とを連通するようにバイパス路15が設けられている。このバイパス路15に

は例えば、4極の固定子を備えたパルスモータ16Aとこのパルスモータによって開度が制御される弁体とで構成されたISCバルブ16が取付けられている。サージタンク12はインテークマニホールド18、吸気ポート22および吸気弁23を介して機関本体20の燃焼室25に連通されている。このインテークマニホールド18には、各気筒に対応するように燃料噴射弁24が取付けられており、各気筒独立にまたは各気筒グループ毎にまたは全気筒一斉に燃料を噴射できるように構成されている。

燃焼室25は、排気弁27、排気ポート26およびエキゾーストマニホールド28を介して三元触媒を充填した触媒装置（図示せず）に連通されている。このエキゾーストマニホールド28には、排ガス中の残留酸素濃度を検出して理論空燃比に対応する値を境に反転した信号を出力するO<sub>2</sub>センサ30が取付けられている。

シリンダブロック32には、ウォータージャケット内に突出するように機関温度を代表する機関冷

却水温を検出するサーミスタ等で構成された冷却水温センサ34が取付けられている。シリンダヘッド36には、各々の燃焼室25内に突出するように点火プラグ38が取付けられている。点火プラグ38はデイス Tribi ュータ40および点火コイルを備えたイグナイタ42を介してマイクロコンピュータ等で構成された制御回路44に接続されている。デイス Tribi ュータ40には、デイス Tribi ュータシャフトに固定されたシグナルロータとデイス Tribi ュータハウジングに固定されたピックアップとで各々構成された気筒判別センサ46および回転角センサ48が取付けられている。気筒判別センサ46は、例えば720°CA毎に気筒判別信号を出力し、回転角センサ48は、例えば30°CA毎に回転角信号を出力する。そして、この回転角信号の周期から機関回転速度を演算することができる。

マイクロコンピュータ等で構成された制御回路44は、第7図に示すように、マイクログロブシングユニット(MPU)60、リード・オンリ

## 特開平2-42160(8)

・メモリ (ROM) 62、ランダム・アクセス・メモリ (RAM) 64、バックアップRAM (B U-RAM) 66、入出力ポート68、入力ポート70、出力ポート72、74、76およびこれらを接続するデータバスやコントロールバス等のバス75を備えている。入出力ポート68には、アナログ-デジタル (A/D) 変換器78およびマルチプレクサ80が順に接続されており、このマルチプレクサ80には、バッファ82を介して吸気温センサ14が接続されると共に、バッファ84およびバッファ85をそれぞれ介して水温センサ34およびスロットル開度センサ10が接続されている。また、マルチプレクサ80にはバッファ83を介して圧力センサ6が接続されている。そして、入出力ポート68は、A/D変換器78およびマルチプレクサ80に接続されて、M P Uからの制御信号に応じて吸気温センサ14出力、圧力センサ6出力、水温センサ34出力およびスロットル開度センサ10出力を順次所定周期でA/D変換するように制御する。

入力ポート70には、コンパレータ88およびバッファ86を介してO<sub>2</sub>センサ30が接続されると共に波形整形回路90を介して気筒判別センサ46および回転角センサ48が接続され、また図示しないバッファを介してアイドルスイッチ11が接続されている。そして、出力ポート72は駆動回路92を介してイグニタ42に接続され、出力ポート74は駆動回路94を介して燃料噴射弁24に接続され、また、出力ポート76は駆動回路96を介してISCバルブのバルブモータ16Aに接続されている。

上記ROM62には、以下で説明する本発明の実施例の制御ルーチンのプログラムや第8図に示すスロットル開度TAと機関回転速度NEとで定められた定常状態での吸気管圧力PMTAのマップ、第9図に示す機関回転速度NEと定常状態での吸気管圧力PMTA (またはスロットル開度TA) とで定められた重みに関する係数nのマップ、第10図に示す吸気管圧力PMSMと機関回転速度NEとで定められた基本燃料噴射時間TP

のマップが予め記憶されている。第8図に示す定常状態での吸気管圧力PMTAのマップは、スロットル開度TAと機関回転速度NEとを設定し、設定したスロットル開度TAと機関回転速度NEとに対応する吸気管圧力を測定し、吸気管圧力が安定したときの値を用いることにより作成される。第9図に示す重みに関する係数nのマップは、スロットル弁をステップ状に開いたときの吸気管圧力の応答 (インデシャル応答) 時の時定数Tを測定し、この測定値と演算ルーチンの実行周期 $\Delta t$  sec とから $T/\Delta t$  ( $\approx n$ ) を機関回転速度NEと実際の吸気管圧力PMTA (またはスロットル開度TA) とに対応して求めることにより作成される。そして第10図の基本燃料噴射時間TPのマップは、機関回転速度と吸気管圧力とを設定し目標空燃比 (例えば、理論空燃比) となる基本燃料噴射時間TPを測定することにより作成される。

次に、予測吸気管圧力P M F W Dの演算ルーチンを第11図を参照して説明する。このルー

チンは所定時間 (例えば、8msec) 毎に実行される。ステップ200において機関回転速度NE、スロットル開度のA/D変換値TA、圧力センサで検出された現在の吸気管圧力PM。を取込む。ステップ202では第8図に示すマップから機関回転速度NEとスロットル開度TAとに対応する定常状態での吸気管圧力PMTAを演算する。次のステップ204では第9図に示すマップから重み付けに関する係数nを演算する。次のステップ206とステップ208では、レジスタPMSM1に記憶されている前回演算した加重平均値PMSM<sub>i-1</sub>を読出して上記(23)式に基づいて今回の加重平均値PMSM<sub>i</sub>を演算し、ステップ210においてこの加重平均値PMSM<sub>i</sub>をレジスタPMSM1に記憶しておく。次のステップ212では、現在時点から吸気管圧力予測時点までの時間Tmsecを第11図のルーチンの演算周期 $\Delta t$  (= 8msec) で除算することにより演算回数 $T/\Delta t$ を演算する。この予測時間Tmsecは、第14図に示すように、現在時点から吸入空気量確定までの

## 特開平2-42160 (9)

時間すなわち現在時点から吸気弁が閉じるまでの時間を採用することができ、各気筒独立に燃料を噴射しない場合には燃料噴射弁から燃焼室までの燃料の飛行時間等も考慮して決定されるが、現在時点から予測先までのクランク角が同一であってもこの予測時間  $T_{msec}$  は機関回転速度が速くなると短くなるので機関回転速度等の運転条件によって可変することが好ましい（例えば、機関回転速度が速くなるに従って短くする）。次のステップ214では、レジスタ  $PMSM1$  に記憶されている値を加重平均値  $PMSM1_{i-1}$  とした後、ステップ216において 演算回数  $T/\Delta t$  回上記(23)式の演算を繰り返して実行し、ステップ218においてこの演算した値をレジスタ  $PMSM2$  に記憶する。このように加重平均値を繰り返して実行することにより最新の加重平均値は定常運転状態での吸気管圧力値に近づくので、加重平均値の演算回数を上記のように定めることにより現在時点から  $T_{msec}$  先の吸気管圧力（現在時点より定常状態に近い状態での吸気管圧力）に近い値を演算す

ることができる。

次のステップ220ではレジスタ  $PMSM2$  に記憶された値（演算による予測時点での吸気管圧力  $PMSM2$ ）からレジスタ  $PMSM1$  に記憶された値（演算による現在時点での吸気管圧力  $PMSM1$ ）を減算して差  $\Delta P$  を求め、次のステップ222において測定された現在の吸気管圧力（現在の測定値） $PM$  と差  $\Delta P$  とを加算した値を予測値  $PMFWD$  とする。なお、スロットル開度の  $A/D$  変換タイミングは燃料噴射時間演算タイミングと一致する場合もあるが、最大演算周期  $\Delta t$  に相当する時間ずれる。従って、このずれ時間を平均  $(0 + \Delta t)/2$  して  $T \pm \Delta t/2$  時間先の吸気管圧力を予測するようにしても良い。

第15図に、測定値、現在時点の演算による吸気管圧力、予測時点の演算による吸気管圧力、予測値  $PMFWD$  等の関係を示す。

上記のようにして求められた予測値  $PMFWD$  は、燃料噴射時間  $TAU$ 、実行点火進角  $\theta$  の演算に使用される。すなわち、第12図に示すように、

ステップ100で機関回転速度  $NE$  と予測値  $PMFWD$  とに基づいて基本燃料噴射時間  $TP$  を演算し、ステップ102で基本燃料噴射時間  $TP$  を吸気温や機関冷却水温で定まる補正係数  $FK$  によって補正することにより燃料噴射時間  $TAU$  を演算する。また、第13図に示すように、ステップ104で機関回転速度  $NE$  と予測値  $PMFWD$  とに基づいて基本点火進角  $ABSE$  を演算し、ステップ106で基本点火進角  $ABSE$  を吸気温や機関冷却水温で定まる補正係数  $IK$  によって補正することにより実行点火進角を演算する。

ところで、吸気管圧力には脈動成分が存在しているため、この脈動成分を除去するためには時定数が小さく（例えば、3～5 msec）かつ応答性の良い  $CR$  フィルタ等のフィルタで圧力センサ出力を処理して点火時期や燃料噴射量を制御する場合がある。この場合には、上記で説明した実施例のように予測値を演算してもフィルタの時定数分のずれが生じることになる。このため、フィルタの時定数と同一の時定数が生じるように、現在の演

算による吸気管圧力  $PMSM1$  を以下の(24)式に従ってデジタルフィルタリング処理し、差  $\Delta P$  を(25)式に従って演算して予測値  $PMFWD (= PM_0 + \Delta P)$  を演算するようにする。

$$PMSM1S_i = \frac{(m-1) \cdot PMSM1S_{i-1} + PMSM1}{m} \quad \dots (24)$$

$$\Delta P = PMSM2 - PMSM1S_i \quad \dots (25)$$

ただし、 $m$  は時定数によって定まる値であり、 $PMSM1S_{i-1}$  は前回の演算による加重平均値である。

なお、第16図に、 $PM_0$ 、 $PMSM1S_i$ 、 $PMFWD$ 、 $\Delta P$  等の関係を示す。

なお、上記では演算による予測時点での吸気管圧力  $PMSM2$  から演算による現在時点での吸気管圧力  $PMSM1$  を減算した差  $\Delta P$  と現在時点での測定値  $PM_0$  とを加算して予測値  $PMFWD$  を演算する例について説明したが、 $PMSM2$  から  $(PMSM1 - PM_0)$  を減算して予測値  $PMFWD$  を演算するようにしてもよい。

次に、第17図を参照して本発明の他の実施例を説明する。本実施例は、スロットル開度の変化率が大きいときに所定時間先のスロットル開度を予測して吸気管圧力の予測値を演算するようにしたものである。

まず、ステップ110において今回取込んだスロットル開度 $T_A$ から前回取込んだスロットル開度 $T_A$ を減算することによりスロットル開度の変化量 $DLTA$ を演算する。ステップ112ではスロットル開度の変化量 $DLTA$ の絶対値が所定値 $A$ 以上か否かを判断する。変化量の絶対値 $|DLTA|$ が所定値未満のときはステップ120において第11図で説明したのと同様に、スロットル開度 $T_A$ 、機関回転速度 $NE$ 、吸気管圧力の測定値 $PM$ を用いて予測値 $PMFWD$ を演算する。一方、変化量の絶対値 $|DLTA|$ が所定値 $A$ 以上のときはステップ114において機関回転速度 $NE$ が所定値 $B$ 未満か否かを判断する。機関回転速度 $NE$ が所定値 $B$ 未満のときはステップ116において以下の式に従ってスロットル開度

の予測値 $T_A$ を演算する。

$$T_A \leftarrow T_A + DLTA \cdot \frac{T}{2} \quad \dots (26)$$

上記(26)式の $T$ は現在時点から予測時点までの時間であるため、予測値 $T_A$ は現在時点と予測時点との間のスロットル開度を示すことになる。そして、次のステップ118において、第11図のスロットル開度 $T_A$ に代えて予測値 $T_A$ を用いて上記と同様にして予測値 $PMFWD$ を演算する。

一方、ステップ114において機関回転速度 $NE$ が所定値 $B$ 以上で機関高回転領域と判断されたときは、ステップ120に進んでスロットル開度を予測することなく吸気管圧力の予測値 $PMFWD$ を求める。このように、機関高回転領域でスロットル開度の予測を禁止することにより、高回転時の振動等によって予測値がハンチングするのが防止される。

なお、上記では吸気管圧力を測定して正確な予測値を演算する例について説明したが、エアフロ

メータ等によって吸入空気量を測定して正確な予測値を演算するようにしてもよい。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図(1)は特許請求の範囲に対応するブロック図、第1図(2)は第2の演算手段による演算例を説明するための線図、第2図はスロットル開度と機関回転速度とから燃料噴射量を求める原理を説明するための線図、第3図は吸気管内の実際の吸気管圧力の時間に対する変化を示す線図、第4図は一次遅れ要素の入力と出力とを説明するための線図、第5図は本発明が適用可能な燃料噴射量制御装置を備えた内燃機関の概略図、第6図はスロットル開度センサの等価回路図、第7図は第6図の制御回路の詳細を示すブロック図、第8図は定常状態での吸気管圧力 $PMTA$ のマップを示す線図、第9図は加重平均値の重み付けに関する係数 $n$ のマップを示す線図、第10図は基本燃料噴射時間のマップを示す線図、第11図は正確な予測値 $PMFWD$ を演算するルーチンを示す流れ図、第12図は燃料噴射時間を演算するルーチンの流れ図、

第13図は実行点火進角を演算するルーチンの流れ図、第14図は現在時点と予測時点等の関係を示す線図、第15図は予測値と測定値等の関係を示す線図、第16図は予測値、測定値およびフィルタ出力等の関係を示す線図、第17図は本発明の他の実施例のルーチンを示す流れ図である。

8・・・スロットル弁、

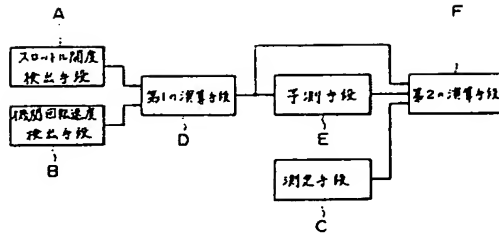
10・・・スロットル開度センサ、

24・・・燃料噴射弁。

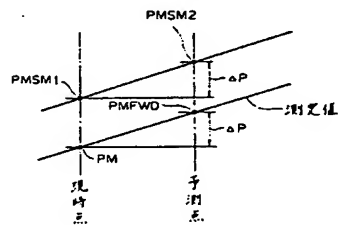
代理人

弁理士 中 島 淳

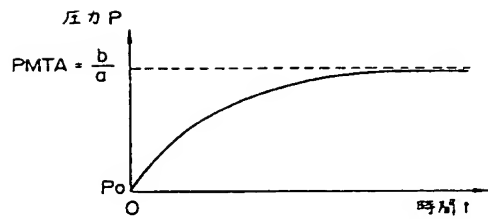
弁理士 加 藤 和 詳

第 1 図  
(1)

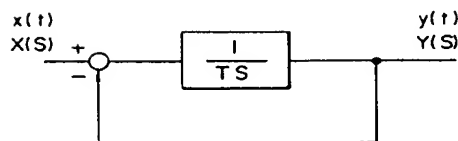
(2)



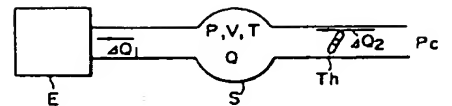
第 3 図



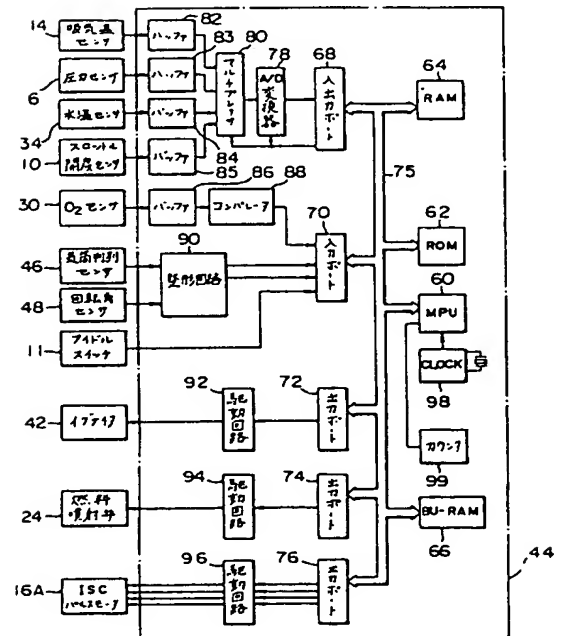
第 4 図



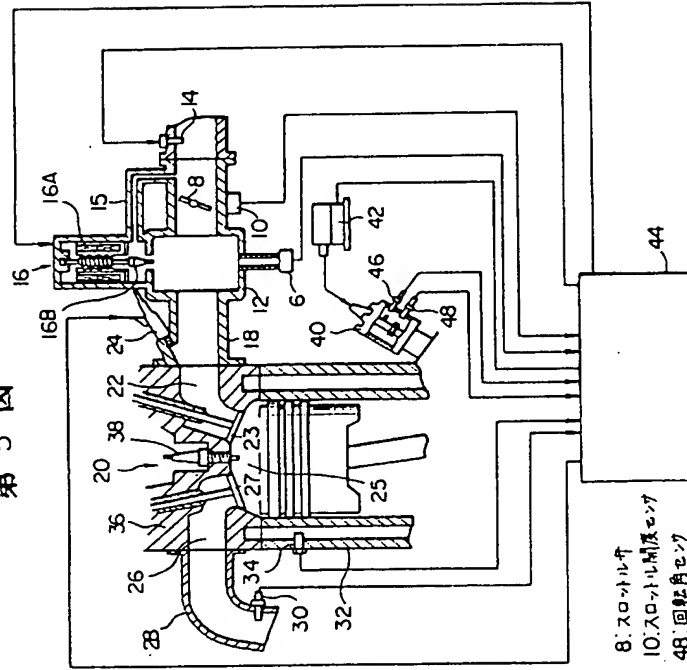
第 2 図



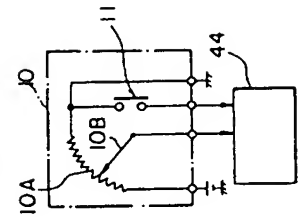
第 7 図



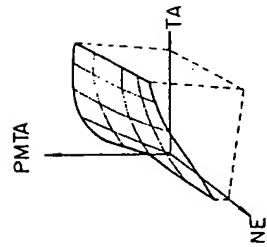
第 5 図



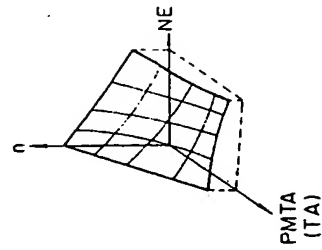
第 6 図



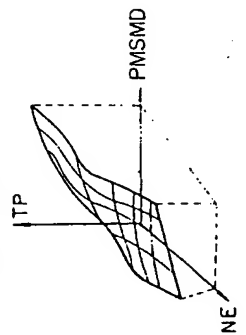
第 8 図



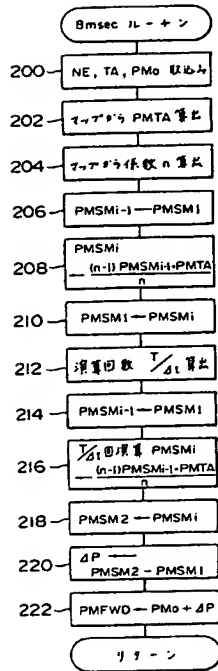
第 9 図



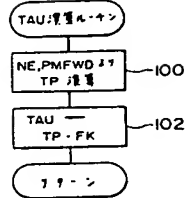
第 10 図



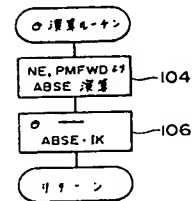
第 11 図



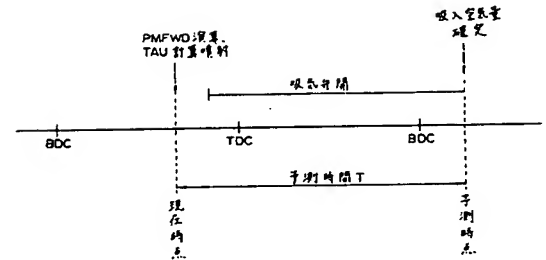
第 12 図



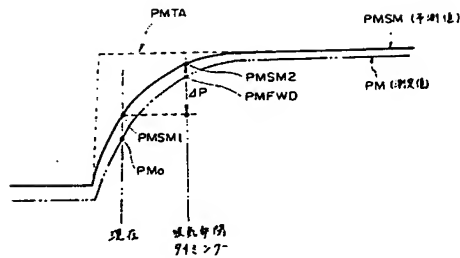
第 13 図



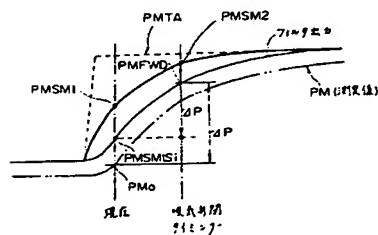
第 14 図



第 15 図



第 16 図



第 17 図

